

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11195254
PUBLICATION DATE : 21-07-99

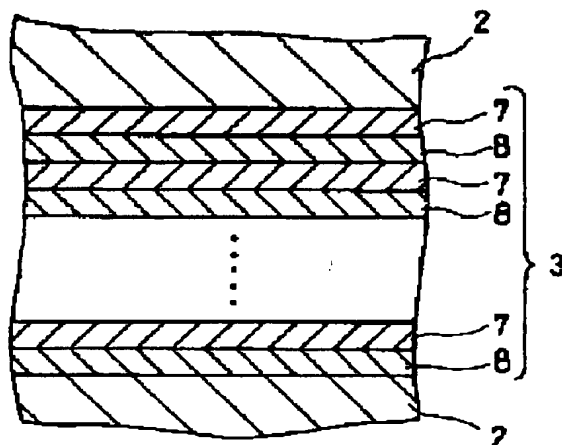
APPLICATION DATE : 26-12-97
APPLICATION NUMBER : 09361222

APPLICANT : SHARP CORP;

INVENTOR : TAKAMORI NOBUYUKI;

INT.CL. : G11B 11/10 G11B 11/10 G11B 11/10

TITLE : MAGNETO-OPTICAL RECORDING
MEDIUM AND ITS PRODUCTION



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To improve perpendicular magnetic anisotropy energy and to obtain high CN by disposing amorphous magnetic thin films having an axis of easy magnetization perpendicular to the film plane on a substrate as multilayered structures alternately repetitively laminated with rare earth alloy films and transition metal alloy films at respective film thicknesses of specific value or below.

SOLUTION: The one surface of a transparent substrate is provided with magneto-optical recording layers deposited with a dielectric film 2 of AlN, the amorphous magnetic thin films 3, a dielectric film 2 of AlN and a reflection film of Al in this order and a protective coating film. The amorphous magnetic thin film 3 are the multilayered films alternately laminated with TbDy layers 7 which are the rare earth alloy films having the axis of easy magnetization perpendicular to the film plane and FeCo layers 8 which are the transition metal alloy films. The respective film thicknesses of the TbDy layers 7 and the FeCo layers 8 are specified to $\leq 30 \text{ \AA}$ or the sum of the respective film thicknesses is specified to $\leq 30 \text{ \AA}$. As a result, the CN may be maintained at a practicable use level and the occurrence of errors after a durability test is suppressed and the more inexpensive production is made possible.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-195254

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月21日

(51) Int.Cl.⁶

G 1 1 B 11/10

識別記号

5 0 6

5 0 1

5 4 1

F I

C 1 1 B 11/10

5 0 6 B

5 0 1 A

5 4 1 B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-361222

(22) 出願日

平成9年(1997)12月26日

(71) 出願人 000003049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 高森 信之

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

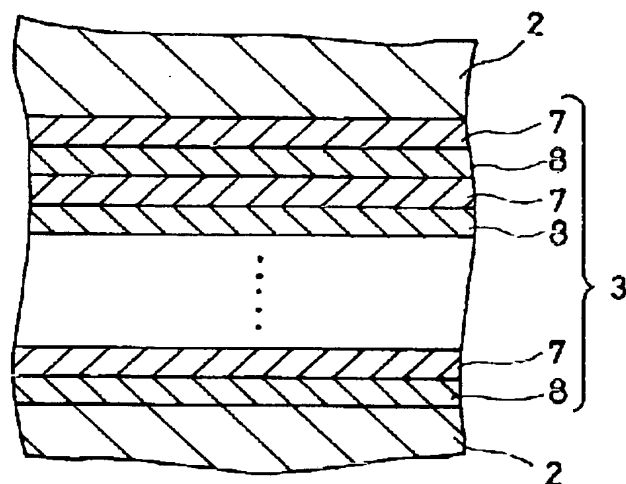
(74) 代理人 弁理士 原 謙三

(54) 【発明の名称】 磁気光学記録媒体およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 C/N比を実用レベルで維持することが可能で、耐久性試験後のエラーの発生を抑制するとともに、より安価に製作し得る磁気光学記録媒体およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 基板1の上に、膜面に垂直な磁化容易軸を有する非晶質希土類-遷移金属合金薄膜としての非晶質磁性薄膜3を有する。上記非晶質磁性薄膜3は、希土類合金膜であるTbDy層7と遷移金属合金膜であるFeCo層8とが交互に繰り返して積層された多層膜からなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板の上に、膜面に垂直な磁化容易軸を有する非晶質磁性薄膜を有する磁気光学記録媒体において、

上記非晶質磁性薄膜は、希土類合金膜と遷移金属合金膜とが交互に繰り返して積層された積層構造であることを特徴とする磁気光学記録媒体。

【請求項2】上記希土類合金膜と遷移金属合金膜とは、それぞれ30Å以下の厚みで積層されていることを特徴とする請求項1記載の磁気光学記録媒体。

【請求項3】上記希土類合金膜と遷移金属合金膜との厚さの和が30Å以下であることを特徴とする請求項1記載の磁気光学記録媒体。

【請求項4】上記希土類合金は、TbDy、NdDy、GdDy合金等のTb、Dy、Nd、Gd、Pr、Pm、Sm、Eu、Ho、Erの中で少なくとも2種類の金属からなると共に、

上記遷移金属合金は、FeCo合金等のFe、Co、Ni、Crの中で少なくとも2種類の金属からなることを特徴とする請求項1、2または3記載の磁気光学記録媒体。

【請求項5】上記非晶質磁性薄膜が、非晶質テルビウム・ディスプロシウム・鉄・コバルト四元系合金薄膜であり、その組成を以下の式、

$$\text{Tb}_x \text{Dy}_y (\text{Fe}_{1-z} \text{Co}_z)_{1-(x+y)}$$

で表し、上記x、yおよびzが、 $0 < x \leq 0.12$ 、 $0 < y \leq 0.12$ および $0 < z \leq 0.30$ の範囲にあるとき、

上記xおよびyの条件が、 $0.25 \leq x / (x+y)$ であることを特徴とする請求項1ないし4の何れかに記載の磁気光学記録媒体。

【請求項6】基板の上に、膜面に垂直な磁化容易軸を有する非晶質磁性薄膜を有する磁気光学記録媒体の製造方法において、

基板の上に、希土類合金ターゲットと遷移金属合金ターゲットとにより交互に繰り返シパッタリングして希土類合金膜と遷移金属膜とを積層して非晶質磁性薄膜を形成することを特徴とする磁気光学記録媒体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ光により情報の記録、再生、消去を行う磁気光学記録媒体およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、高密度・大容量・高速アクセス等の種々の要求を満足し得る光メモリ装置の研究開発が活発に推進されている。このような光メモリ装置では、磁気光学記録媒体として、例えば3.5インチ光磁気ディスクが用いられる。この3.5インチ光磁気ディスクのISO規格における記録容量は、当初128MB (ISO

10090)であったものが、230MB (ISO 13963)や640MB (ISO 15041)に増大している。即ち、磁気光学記録媒体の記録密度が当初から2倍、5倍となり、大容量化、高密度化が進んでいる。

【0003】今後も、上記磁気光学記録媒体の記録・再生等に用いられる半導体レーザの短波長化に伴い、該磁気光学記録媒体の記録密度の高密度化が進む状況にある。

【0004】このような状況の中で磁気光学記録媒体に用いられる記録膜に求められる性能はさらに高くなり、高い信号対雑音比 (CN比: Carrier-to-noise ratio) が求められる。

【0005】そこで、高いCN比が得られるように、磁気光学記録媒体として、特に、膜面に垂直な磁化容易軸を有する磁性体膜を用いた磁気光学磁性薄膜が提案されている。

【0006】この磁気光学磁性薄膜として、従来よりMnBi、MnCuBi等の多結晶薄膜、GdTbFeCo、TbFeCo、TbDyFeCo、DyFeCo、GdTbFe、GdDyFe、GdFeCo、TbFe、DyFe、GdFe、GdCo等の非晶質薄膜、GIGに代表される化合物単結晶薄膜等が知られている。

【0007】これらの磁気光学磁性薄膜のうち、大面積の薄膜を室温近傍において製作できる実用性を備え、また、実用的な半導体 (GaAlAs) レーザ等により書込み・読出し可能であるという理由から、上記の非晶質薄膜が磁気光学磁性薄膜に適していると考えられている。

【0008】ここで、以下の表1に非晶質薄膜と性能指数としてのカー回転角 (度) との関係を示す。

【0009】

【表1】

材料名	カー回転角 (度)
TbFeCo	0.38
TbDyFeCo	0.37
DyFeCo	0.35
GdTbFeCo	0.40
GdFeCo	0.43

【0010】表1に示すように、TbFeCo、GdFeCoがカー回転角が大きく、これらの非晶質薄膜が磁気光学磁性薄膜に好適に使用されることが分かる。

【0011】上述したように、記録密度の点でも大容量化が進み、ISO規格の3.5インチの光磁気ディスクでは、記録容量が640MBと第1世代の5倍の容量に発展している。このような記録容量が640MBの3.5インチ光磁気ディスクでは、書き込みビット長さ (記

録ビット長さ)が $0.65\mu\text{m}$ 程度である。この書込みビット長さが最もCN比の高い組成の非晶質薄膜は、 TbFeCo がある。これは、 TbFeCo の垂直磁気異方性エネルギーが大きいためである。

【0012】また、高密度に情報を記録するために、カー一回転角が大きいことだけでなく、書込み磁場を小さく

するような組成、即ち垂直磁気異方性エネルギーが大きくなるような組成の非晶質薄膜が必要とされている。

【0013】以下の表2に磁気光学磁性薄膜の垂直磁気異方性エネルギー(Ku)およびCN比の関係を示す。

【0014】

【表2】

材料名	Ku (erg/cm ³)	CN比 (dB)
TbFeCo	6.5×10^5	49.2
DyFeCo	4.5×10^5	46.5
Gd ₁ Tb ₉ FeCo	3.2×10^5	46.0
GdFeCo	1.9×10^5	45.0

【0015】表2に示すように、 GdFeCo よりもカー一回転角の小さい TbFeCo の方が垂直磁気異方性エネルギーが高く、CN比も高くなっており、CN比を高めるためには、表1に示したカー一回転角よりも垂直磁気異方性エネルギーが大きいことが必要であることが分かる。即ち、CN比を高めるためには、カー一回転角の大きさよりも垂直磁気異方性エネルギーの大きさの方が支配的であることが分かる。

【0016】ところが、Tb(テルビウム)は、希土類の中で最も高価であることから、磁気光学磁性薄膜として TbFeCo を使用すれば、磁気光学記録媒体の価格が高くなるという問題が生じ、また、磁気光学磁性薄膜として低コストで比較的垂直磁気異方性エネルギーの大きい DyFeCo を使用した磁気光学記録媒体では、CN比が小さくなるという問題が生じている。

【0017】そこで、CN比を実用レベルに維持し、価格を抑えるために、 DyFeCo にTbを加えた TbDyFeCo の四元系合金からなる磁気光学磁性薄膜を使用した磁気光学記録媒体が提案されている。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】ところが、記録磁場感度を高めるために、 TbDyFeCo の組成は、保磁力が 5kOe 以下となるように設定されている。このため、磁気光学記録媒体に対する 10^6 回程度の記録再生消去サイクルを行う耐久性試験を行った後では、多数のエラーが発生するという問題が生じている。

【0019】本発明は、上記の問題点を鑑みなされたものであって、その目的は、CN比を実用レベルで維持することが可能で、耐久性試験後のエラーの発生を抑制するとともに、より安価に製作し得る磁気光学記録媒体およびその製造方法を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本願発明者は、希土類合金膜と遷移金属合金膜とが交互に繰り返して積層された多層膜を磁気光学磁性薄膜として使用すれば、磁気光学記録媒体における垂直磁気異方性エネルギーが向上し、さらに高いCN比が得ら

れることを見い出した。

【0021】そこで、請求項1の磁気光学記録媒体は、上記の課題を解決するために、基板の上に、膜面に垂直な磁化容易軸を有する非晶質磁性薄膜を有する磁気光学記録媒体において、上記非晶質磁性薄膜は、希土類合金膜と遷移金属合金膜とが交互に繰り返して積層された多層構造であることを特徴としている。

【0022】上記の構成によれば、非晶質磁性薄膜が、希土類合金と遷移金属合金とが交互に繰り返して積層された多層構造であることで、垂直磁気異方性を向上させることができると共に、CN比を向上させることができる。

【0023】また、垂直磁気異方性を向上させることができると共に、CN比を向上させるためには、希土類合金と遷移金属との膜厚が、請求項2の磁気光学記録媒体のように、それぞれ 30\AA 以下で積層されることが望ましい。

【0024】また、請求項3の磁気光学記録媒体のように、希土類合金と遷移金属との双方の厚さの和が 30\AA 以下となるように設定しても、CN比を向上させることができる。

【0025】また、希土類合金と遷移金属合金としては、請求項4の磁気光学記録媒体のように、 TbDy 、 NdDy 、 GdDy 合金等のTb、Dy、Nd、Gd、Pr、Pm、Sm、Eu、Ho、Erの中で少なくとも2種類の金属からなる希土類合金、また、 FeCo 合金等のFe、Co、Ni、Crの中で少なくとも2種類の金属からなる遷移金属合金とが好適に用いられる。

【0026】さらに、磁気光学磁性薄膜としては、CN比を実用レベルに維持し、価格を抑えるために、 DyFeCo にTbを加えた TbDyFeCo が用いられる。そして、請求項5の磁気光学記録媒体のように、 TbDyFeCo の組成を以下の式、

$$\text{Tb}_x\text{Dy}_y(\text{Fe}_{1-z}\text{Co}_z)_{1-(x+y)}$$

で表し、上記x、yおよびzが、 $0 < x \leq 0.12$ 、 $0 < y \leq 0.12$ および $0 < z \leq 0.30$ の範囲にあるとき、上記xおよびyの条件が、 $0.25 \leq x/(x+y)$

y)であることで、CN比が飽和状態となる。このとき、磁気光学磁性薄膜は、希土類合金膜としてのTbDy合金膜と、遷移金属合金としてのFeCo合金膜との積層構造となっている。これにより、上記条件でのTbDyFeCo薄膜は、高価なTbの使用量を、CN比を実用レベルに維持するための必要最小限にすることができるので、効果的な低コストの組成となっている。

【0027】また、上記のTbDyFeCo薄膜の製造方法としては、例えば請求項6の磁気光学記録媒体の製造方法のように、基板の上に、膜面に垂直な磁化容易軸を有する非晶質磁性薄膜を有する磁気光学記録媒体の製造方法において、基板の上に、希土類合金ターゲットと遷移金属合金ターゲットとにより交互に繰り返しスパッタリングして希土類合金膜と遷移金属膜とを積層して非晶質磁性薄膜を形成する方法がある。

【0028】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態について図1ないし図7に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0029】本実施の形態の光磁気ディスク（磁気光学記録媒体）は、図2に示すように、ガラス、ポリカーボネイト等の光学的に透明な材料からなる基板1の片面に、光磁気記録膜6と、保護コーティング膜5とが設けられた構造となっている。

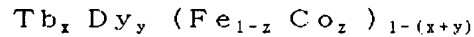
【0030】上記光磁気記録膜6は、情報の記録層となり、基板1側から、順次、AlNからなる誘電体膜（膜厚100nm）2、TbDyFeCoからなる非晶質磁性薄膜（膜厚30nm）3、AlNからなる誘電体膜（膜厚30nm）2、およびAlからなる反射膜（膜厚50nm）4の4層が積層された構成となっている。

【0031】上記の非晶質磁性薄膜3は、膜面に垂直な磁化容易軸を有する非晶質テルビウム・ディスプロシウム・鉄・コバルト四元系合金薄膜（以下、TbDyFeCo合金薄膜と称する）からなり、図1に示すように、

希土類合金膜であるTbDy層7（層厚6.7Å）と遷移金属合金膜であるFeCo層8（層厚11.5Å）とが交互に繰り返し積層された多層膜からなっている。

【0032】したがって、非晶質磁性薄膜3は、上記のようにTbDy層7とFeCo層8とが交互に繰り返し積層されることによって、膜厚方向に対してTbDyFeCo合金薄膜のTbDyリッチ層とFeCoリッチ層とが交互に現れるようになっている。

【0033】ここで、TbDyFeCo合金薄膜の組成を以下の式、



で表したとき、上記x、yおよびzが、 $0 < x \leq 0.12$ 、 $0 < y \leq 0.12$ 、 $0 < z \leq 0.30$ の範囲であれば、磁化を安定して膜面に垂直な方向に向かわせることができる。尚、上記zが $0.3 < z$ であれば、キュリー温度または補償温度の組成依存性が大きくなり、実用的でなくなり、また、xおよびyが上記の範囲外となれば、磁化を膜面に垂直な方向に安定して向かわせることが困難となり、実用的な記録再生特性を得ることができないことになる。

【0034】そして、 $\text{Tb}_x \text{Dy}_y (\text{Fe}_{1-z} \text{Co}_z)_{1-(x+y)}$ のx、yおよびzを上記の範囲とし、TbDyFeCo合金薄膜の組成を $(\text{Tb}_x \text{Dy}_y)_{0.215} (\text{Fe}_{1-z} \text{Co}_z)_{0.785}$ としたとき、直流スパッタ装置において、TbDyターゲットとFeCoターゲットとの2次元同時スパッタリングを行い、Tb量x、Dy量y、Co量zを変えてCN比を測定した結果を表3および図4に示す。

【0035】尚、 $x/(x+y)$ は、TbDy合金中のTb量の割合を示している。また、zは、TbDyFeCo合金薄膜の各組成において、キュリー温度が200℃となるように調整されている。

【0036】

【表3】

膜組成		CN比 (dB)
$x/(x+y)$	z	
0	0.20	47.5
0.10	0.19	48.5
0.25	0.17	49.1
0.47	0.14	49.9
0.50	0.135	50.0
0.75	0.10	50.3
1.00	0.07	50.5

【0037】表3および図4に示すように、Tb量の割合とCN比との関係は、必ずしも線形ではなく、 $x/(x+y)$ が0.25位よりCN比が飽和状態に近くなるような非線形となっている。これにより、 $x/(x+y)$ が、少なくとも0.25あれば、実用レベルのCN比とすることができることが分かる。即ち、TbDy中にTbが少なくとも25%含まれていれば、実用レベルのCN比とすることができることが分かる。

【0038】したがって、CN比を実用レベルとするためのTbDyFeCo合金薄膜におけるTbの最低含有率が分かり、この結果、低価格でかつCN比の大きい磁気光学記録媒体を製作することが可能となる。

【0039】また、上記の組成のTbDyFeCo合金薄膜を用いた磁気光学記録媒体では、室温での保磁力が6kOe以上となっているので、 10^6 回の記録再生消去サイクル耐久性試験を行った後でのエラーの増加を無くすることができる。

【0040】また、上記誘電体膜2、反射膜4は、例えば図示しない真空装置を用いたスパッタ法や蒸着法等によって形成されるが、上記非晶質磁性薄膜3は、例えば図3に示す自公転スパッタ装置9によって形成される。

【0041】上記自公転スパッタ装置9は、図3に示すように、筐体状のスパッタ室10内に、基板1上に誘電体膜2が形成された基体11を複数枚セットするパレット12と、TbDyターゲット13と、FeCoターゲット14とを備えた構成となっている。

【0042】上記のパレット12は、図示しない駆動手段により、支軸12aを中心に矢印X方向に回転され、このとき、このパレット12上にセットされた基体11は矢印Y方向に回転される。即ち、パレット12は支軸12aを中心に自転し、基体11は公転する。

【0043】また、TbDyターゲット13とFeCoターゲット14とは、上記パレット12にセットされた基体11の対角線上に相当する部位にそれぞれ配設されている。これにより、基体11がパレット12の自転に

よってTbDyターゲット13に対向する位置まで移動したときTbDy層がスパッタリングされ、さらに、FeCoターゲット14に対向する位置まで移動したときFeCo層がスパッタリングされる。

【0044】即ち、上記非晶質磁性薄膜3は、基板1上に誘電体膜2が形成された基体11に対して、TbDyターゲット13としてTb₅₀Dy₅₀ターゲットを使用し、FeCoターゲット14としてFe₈₂Co₁₈ターゲットを使用し、これら各ターゲット13・14を同時に放電しながら基体11を、公転スピード約30rpmで矢印X方向に回転させるとともに、自転させ、約42秒間2元同時スパッタリングを行い、膜厚方向にTbDy層7とFeCo層8とを交互に繰り返し積層して形成される。これにより、積層数は、TbDy層7が15層、FeCo層8が15層となり、非晶質磁性薄膜3として30層の多層膜となった。

【0045】上記のように製造した多層膜のTbDyFeCo合金薄膜を使用した磁気光学記録媒体と、Tb、Dy、Fe、Coが均一に混合されたTbDyFeCo合金薄膜を使用した磁気光学記録媒体に対して、垂直磁気異方性エネルギー(Ku)およびCN比を測定した。この結果を表4に示す。但し、各合金薄膜の組成は同一とし、この場合、(Tb_{0.50}Dy_{0.50})_{0.215}(Fe_{0.82}Co_{0.18})_{0.785}として測定を行った。

【0046】

【表4】

磁性膜構造	Ku (erg/cm ³)	CN比 (dB)
TbDyFeCo合金薄膜	6.0×10^5	48.7
TbDy/FeCo 多層膜	6.8×10^5	50.0

【0047】表4に示すように、多層膜のTbDyFeCo合金薄膜(TbDy/FeCo多層膜)は、均一に混合されたTbDyFeCo合金薄膜よりもKuが大きく、CN比も高くなることが分かる。これによって、TbDyFeCo合金薄膜からなる非晶質磁性薄膜3を、膜厚方向に対してTbDyリッチ層とFeCoリッチ層とが交互に現れる多層膜とすることで、Kuを向上させることができることが分かる。

【0048】また、多層膜のTbDyFeCo合金薄膜と、均一に混合されたTbDyFeCo合金薄膜とのCN比を比べると、図6(a)(b)に示すようになる。ここでは、多層膜のTbDyFeCo合金薄膜を積層膜とし、均一に混合されたTbDyFeCo合金薄膜を合金ターゲット膜として説明する。グラフにおけるTb含有率とは、上述したTbDy合金中のTb量の割合を示している。

【0049】上記合金ターゲット膜および積層膜は、上述した直流スパッタ装置を用いて、Tbの含有率毎に作

成するものとする。つまり、上記の合金ターゲット膜は、TbDyFeCo合金をターゲットとして用いて、膜厚が300Å程度になるまで成膜して作成し、上記の積層膜は、TbDyターゲットとFeCoターゲットとを用いて、TbDy層を6.7Åの層厚、FeCo層を11.5Åの層厚で順次積層し、膜厚が300Å程度になるまで積層成膜して作成する。また、直流スパッタ装置において、各ターゲットとして直径rが24mm、40mmの2種類のものを使用し、それぞれについてTb含有率とCN比との関係を調べ、それを表したのが図6(a)(b)のグラフとなる。

【0050】図6(a)(b)に示すグラフから、合金ターゲット膜と積層膜ともにTb含有率が高くなるにつれてCN比が高くなっていることが分かる。

【0051】しかしながら、積層膜の実験値1のTb含有率50%のときのCN比と、合金ターゲット膜のTb含有率50%のときのCN比とを比較すると、ターゲットの直径rが24.40の何れの場合であっても積層膜

の方がCN比が高くなっている。また、積層膜の実験値2のTb含有率100%のときのCN比と、合金ターゲット膜のTb含有率100%のときのCN比とを比較すると、この場合もターゲットの直径 r が24, 40の何れの場合であっても積層膜の方がCN比が高くなっている。

【0052】これにより、同一組成であれば、TbDy層とFeCo層との多層膜である積層膜の方が均一に混合されたTbDyFeCo合金薄膜である合金ターゲット膜よりもCN比が高くなる傾向にあることが分かる。

【0053】以上のことから、TbDyFeCo合金薄膜が、TbDy層とFeCo層との多層膜であり、その組成式が、 $Tb_x Dy_y (Fe_{1-z} Co_z)_{1-(x+y)}$ で表し、上記 x 、 y および z が、 $0 < x \leq 0.12$ 、 $0 < y \leq 0.12$ 、 $0 < z \leq 0.30$ の範囲であるとき、上記 x および y の条件が、 $0.25 \leq x / (x+y)$ であれば、最小限のTb量で、CN比を実用レベルに保ち、製作費を安価にし、しかも耐久性試験においても良好な結果を示す磁気光学記録媒体を提供することができることが分かる。

【0054】また、TbDyFeCo合金薄膜の積層数であるが、概ね20層程度、即ちTbDy層7が10層、FeCo層8が10層程度であれば、均一に混合されたTbDyFeCo合金薄膜よりも垂直磁気異方性エネルギーを向上させることができることが分かっている。尚、積層数が20層よりも少なければ、均一に混合されたTbDyFeCo合金薄膜との垂直磁気異方性エネルギーの差異はほとんど認められない。

【0055】また、TbDy層7およびFeCo層8の膜厚は、それぞれ30Å以下であれば、垂直磁気異方性エネルギーを向上させることができることが分かっている。

る。

【0056】したがって、本実施の形態では、TbDyFeCo合金薄膜を、TbDy層7とFeCo層8とが交互に積層して30層としているが、積層数はこれに限定するものではなく、上記のことから少なくとも20層以上であれば良い。

【0057】また、CN比は、TbDy層7とFeCo層8とを1層ずつ合わせた膜厚（周期膜厚）に依存しており、図7に示すように、周期膜厚が30Å以下であれば、良好な値を示すことが分かる。尚、図7では、積層膜をスパッタリングする際のターゲットの直径 r を24mmとしている。

【0058】以上のことから本実施の形態では、TbDy6.7Å、FeCo11.5Åにしているが、これに限定するものではなく、図7に示すグラフから分かるように、双方（TbDy層7とFeCo層8とを1層ずつ）合わせた膜厚が30Å以下となるように各層の厚みを設定すれば良い。

【0059】また、垂直磁気異方性エネルギー（ K_u ）と記録ビット長さの分布との関係について、表5および図5に示す。但し、平均ビット長さは650nmとし、 $K_u = 4.5 \times 10^5$ (erg/cm³)は、DyFeCo合金薄膜、 $K_u = 6.0 \times 10^5$ (erg/cm³)は、TbDyFeCo合金薄膜（均一混合）、 $K_u = 6.3 \times 10^5$ (erg/cm³)は、TbDyFeCo合金薄膜（TbFeCo層とDyFeCo層との多層膜）、 $K_u = 6.8 \times 10^5$ (erg/cm³)は、TbDyFeCo合金薄膜（TbDy層とFeCo層との多層膜）とする。

【0060】

【表5】

K_u (erg/cm ³)	記録ビット長さの標準偏差 (nm)
4.5×10^5	58.5
6.0×10^5	26.0
6.3×10^5	22.5
6.8×10^5	20.5

但し、平均ビット長さは650nmである。

【0061】表5に示すように、 K_u が大きくなると、記録ビット長さの標準偏差が小さくなり、 K_u が小さくなると、記録ビット長さの標準偏差が大きくなることが分かる。即ち、図5(a)に示すように、 K_u が 4.5×10^5 erg/cm³以下であれば、記録ビット長さの分布が図中の破線の領域まで広がり、一方、図5(b)に示すように、 K_u が 6.3×10^5 erg/cm³以上であれば、記録ビット長さの分布が小さくなることが分かる。

【0062】したがって、 $K_u = 6.8 \times 10^5$ (erg/cm³)であるTbDy層とFeCo層との多層膜

からなる非晶質磁性薄膜3を用いた磁気光学記録媒体では、十分に記録ビット長さの分布が小さく、均一になることが分かる。

【0063】また、前記の表2および表4に示したように、一般に K_u が大きくなるとCN比も大きくなると考えられ、上記のことから K_u が大きくなると記録ビット長さの分布が均一となることが分かっているため、記録ビット長さの分布が均一化されると、CN比も向上すると考えられる。また、記録ビット長さの分布が均一化されると、記録密度も向上させることができる。

【0064】よって、 K_u の大きいTbDy層とFeC

o層との多層膜のTbDyFeCo合金薄膜を非晶質磁性薄膜3として使用することで、磁気光学記録媒体の記録密度を向上させることができ、この結果、CN比を大きくすることができる。

【0065】尚、本実施の形態では、希土類合金としてTbDy合金を用いると共に、遷移金属合金としてFeCo合金を用いたが、これに限定するものではない。上述したように、希土類合金膜と遷移金属合金膜とが交互に繰り返して積層された多層膜を磁気光学磁性薄膜として使用すれば、磁気光学記録媒体における垂直磁気異方性エネルギーが向上し、さらに高いCN比が得られることから、他の希土類合金と遷移金属合金とを積層した磁気光学磁性薄膜を使用しても良い。

【0066】したがって、希土類合金としては、TbDy, NdDy, GdDy合金等のTb, Dy, Nd, Gd, Pr, Pm, Sm, Eu, Ho, Erの中で少なくとも2種類以上の金属からなるものを使用し、遷移金属としては、FeCo合金等のFe, Co, Ni, Crの中で少なくとも2種類以上の金属からなるものを使用すれば良い。

【0067】

【発明の効果】請求項1の発明の磁気光学記録媒体は、以上のように、基板の上に、膜面に垂直な磁化容易軸を有する非晶質磁性薄膜を有する磁気光学記録媒体において、上記非晶質磁性薄膜は、希土類合金膜と遷移金属合金膜とが交互に繰り返して積層された多層膜構造である。

【0068】それゆえ、単純に非晶質希土類-遷移金属合金を合金にした磁化膜に比べて、垂直磁気異方性を向上させることができると共に、CN比を向上させることができるという効果を奏する。

【0069】請求項2の発明の磁気光学記録媒体は、以上のように、請求項1の構成に加えて、希土類合金膜と遷移金属合金膜とは、それぞれ30Å以下の厚みで積層されている構成である。

【0070】それゆえ、請求項1の構成による効果に加えて、さらに、垂直磁気異方性を向上させることができると共に、CN比を向上させることができるという効果を奏する。

【0071】また、請求項3の発明の磁気光学記録媒体は、以上のように、請求項1の構成に加えて、希土類合金膜と遷移金属合金膜との厚さの和が30Å以下である構成である。

【0072】それゆえ、請求項1の構成による効果に加えて、さらに、CN比を向上させることができるという効果を奏する。

【0073】さらに、上記希土類合金と遷移金属合金としては、請求項4の発明の磁気光学記録媒体は、以上のように、請求項1, 2または3の構成に加えて、希土類合金は、TbDy, NdDy, GdDy合金等のTb,

Dy, Nd, Gd, Pr, Pm, Sm, Eu, Ho, Erの中で少なくとも2種類の金属からなると共に、遷移金属合金は、FeCo合金等のFe, Co, Ni, Crの中で少なくとも2種類の金属からなることが望ましい。

【0074】請求項5の発明の磁気光学記録媒体は、以上のように、請求項1ないし4の何れかの構成に加えて、非晶質希土類-遷移金属合金薄膜が、非晶質テルビウム・ディスプロシウム・鉄・コバルト四元系合金薄膜であり、その組成を以下の式、

$$\text{Tb}_x \text{Dy}_y (\text{Fe}_{1-z} \text{Co}_z)_{1-(x+y)}$$

で表し、上記x, yおよびzが、 $0 < x \leq 0.12$ 、 $0 < y \leq 0.12$ および $0 < z \leq 0.30$ の範囲にあるとき、上記xおよびyの条件が、 $0.25 \leq x/(x+y)$ である構成である。

【0075】例えば、上記非晶質テルビウム・ディスプロシウム・鉄・コバルト四元系合金薄膜は、請求項6の発明の磁気光学記録媒体の製造方法のように、基板の上に、TbDyターゲットとFeCoターゲットとにより交互に繰り返してスパッタリングしてTbDy層とFeCo層とを積層して上記四元系合金薄膜を形成する構成である。

【0076】それゆえ、CN比を実用レベルに維持し、高価なTbの使用量を必要最小限にすることができ、この結果、効果的な低コストの組成の磁気光学記録媒体を提供することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態の磁気光学記録媒体の非晶質磁性薄膜の概略構成図である。

【図2】図1に示す非晶質磁性薄膜を有する磁気光学記録媒体の概略構成図である。

【図3】図1に示す非晶質磁性薄膜を形成する自公転スパッタ装置の概略構成図である。

【図4】非晶質磁性薄膜のTbの含有率とCN比との関係を示すグラフである。

【図5】垂直磁気異方性エネルギー(Ku)と記録ビット形状との相関を示すものであって、同図(a)はKuが $4.5 \times 10^5 \text{ erg/cm}^3$ 以下の場合の記録ビット形状を示す説明図であり、同図(b)はKuが $6.3 \times 10^5 \text{ erg/cm}^3$ 以上の場合の記録ビット形状を示す説明図である。

【図6】合金ターゲット膜と積層膜とのCN比の比較を示すものであって、同図(a)は合金ターゲット膜のTb含有率とCN比との関係を示すグラフであり、同図(b)は積層膜のTb含有率とCN比との関係を示すグラフである。

【図7】CN比と周期膜厚との関係を示すグラフである。

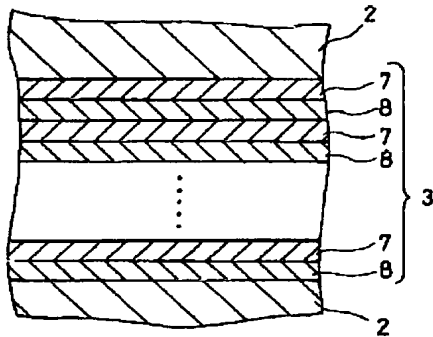
【符号の説明】

1 基板

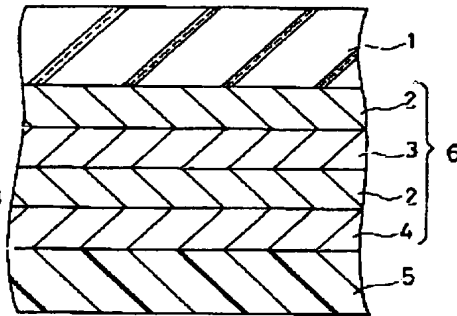
3 非晶質磁性薄膜
7 TbDy層
8 FeCo層

13 TbDyターゲット
14 FeCoターゲット

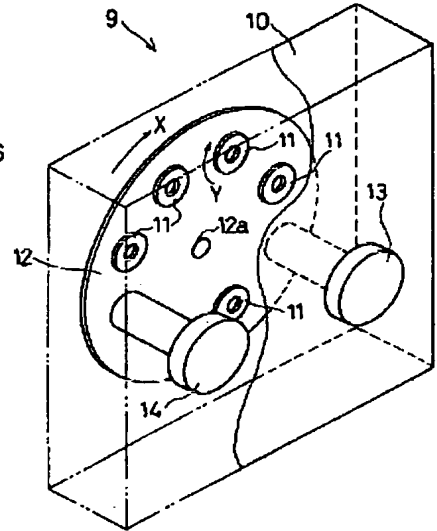
【図1】



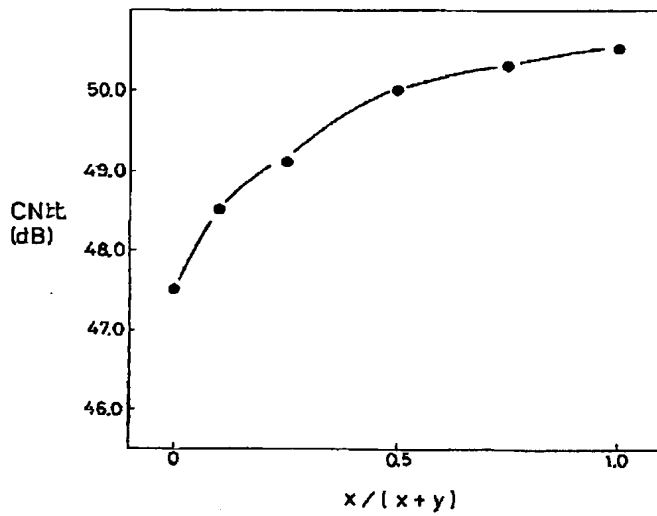
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

(a) $Ku \leq 4.5 \times 10^5 \text{ erg/cm}^3$

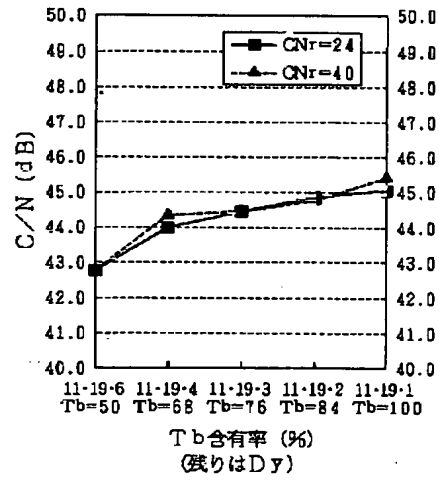


(b) $Ku \geq 6.3 \times 10^5 \text{ erg/cm}^3$

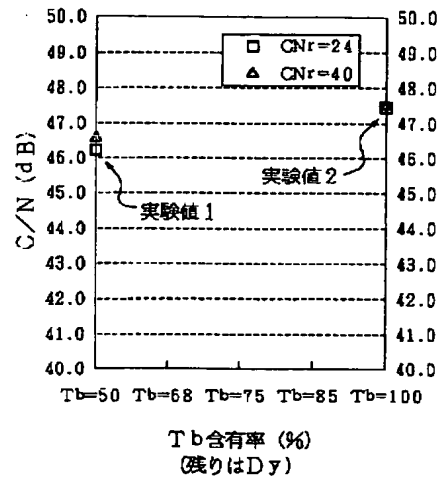


【図6】

(a) 合金ターゲット膜



(b) 積層膜



【図7】

